

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ECONOMIA**

Rafaela Fernandes de Sá

**O BIODIESEL COMO ALTERNATIVA AOS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS NO
BRASIL: UMA ANÁLISE DOS ASPECTOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS**

**JUIZ DE FORA – MG
2026**

Rafaela Fernandes de Sá

**O BIODIESEL COMO ALTERNATIVA AOS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS NO
BRASIL: UMA ANÁLISE DOS ASPECTOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS**

Monografia apresentada ao curso de
Bacharelado em Ciências
Econômicas, como requisito parcial
para a obtenção do título de Bacharel
em Ciências Econômicas.
Orientador: Profa. Dra. Silvinha
Vasconcelos

**JUIZ DE FORA - MG
2026**

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Sá, Rafaela Fernandes de .

O biodiesel como alternativa aos combustíveis fósseis no Brasil : uma análise dos aspectos econômicos e ambientais / Rafaela Fernandes de Sá. -- 2026.

35 p. : il.

Orientador: Silvinha Pinto Vasconcelos

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Economia, 2026.

1. energia renovável. 2. biodiesel. 3. diesel. I. Vasconcelos, Silvinha Pinto, orient. II. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
REITORIA - FACECON - Depto. de Economia

ATA DE APROVAÇÃO DE MONOGRAFIA II (MONO B)

Na data de 21/07/2026, a Banca Examinadora, composta pelos professores

1 - Silvinha Vasconcelos - orientadora; e

2 -Lourival Batista de Oliveira Jr

reuniu-se para avaliar a monografia do acadêmico **Rafaela Fernandes de Sá**, intitulada "O BIODIESEL COMO ALTERNATIVA AOS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS NO BRASIL: UMA ANÁLISE DOS ASPECTOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS".

Após primeira avaliação, resolveu a Banca sugerir alterações ao texto apresentado, conforme relatório sintetizado pelo orientador. A Banca, delegando ao orientador a observância das alterações propostas, resolveu **APROVAR** a referida monografia



Documento assinado eletronicamente por **Silvinha Pinto Vasconcelos, Professor(a)**, em 27/07/2026, às 09:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lourival Batista de Oliveira Junior, Professor(a)**, em 27/07/2026, às 09:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **3106824** e o código CRC **CC57B584**.

Dedico este trabalho a Deus, por me conceder paciência e força nos momentos mais difíceis desta caminhada, e também à minha família, pelo amor, apoio e incentivo em cada etapa do processo.

AGRADECIMENTOS

Várias pessoas me ajudaram a chegar até aqui. Seja me apoiando financeira, emocional, psicologicamente, ou com apenas um direcionamento ou um simples conselho.

Primeiramente, agradeço a Deus. Por ter sido meu alicerce e ter me dado forças para superar todos os obstáculos e concluir esse trabalho.

Quero agradecer também à minha família e ao meu namorado, que não me desampararam por nenhum momento. Me forneceram suporte ao longo de todo período em que me dediquei a esse trabalho e a faculdade.

Agradeço com muito carinho todos os professores que passaram pelo meu caminho, e também a Silvinha Vasconcelos, por ter me orientado neste trabalho. Agradeço em especial também o doutorando Edgardo Ladeira, por me auxiliar nas áreas que eram grandes desafios para mim.

Por fim, agradeço à Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e ao Governo Brasileiro pela oportunidade de cursar o ensino superior em uma instituição pública, gratuita e de qualidade.

“O homem vive da natureza significa: a natureza é o seu corpo, com o qual ele tem de ficar num processo contínuo para não morrer.”

(Karl Marx)

RESUMO

O uso de energias não renováveis provoca graves impactos ambientais, comprometendo o equilíbrio ambiental e, conseqüentemente, a qualidade de vida da população. Nesse contexto, este trabalho analisa o uso de combustíveis renováveis em comparação aos não renováveis no Brasil, com foco no diesel e no biodiesel. Objetiva-se principalmente com esse trabalho apresentar o cenário atual do consumo desses combustíveis no país, bem como a sua importância dentro do panorama energético e econômico nacional. Para isso, foram analisados materiais que abordam os temas economia, meio ambiente e energia sustentável. O estudo contempla aspectos relacionados à estrutura de mercado do diesel e do biodiesel, aos custos de oportunidade envolvidos na produção de biocombustíveis e às externalidades decorrentes do uso dessas fontes energéticas. Os resultados indicam que o Brasil possui vantagens para ampliar a participação de combustíveis renováveis em sua matriz energética, especialmente em razão de sua disponibilidade de recursos naturais e capacidade produtiva. Entretanto, a permanência da dependência de combustíveis fósseis evidencia a necessidade de políticas públicas e planejamento energético que conciliem crescimento econômico, segurança energética e preservação ambiental.

Palavras-chave: energia renovável; biodiesel; diesel; estrutura de mercado; custo de oportunidade; externalidades.

ABSTRACT

The use of non-renewable energy sources causes serious environmental impacts, compromising environmental balance and, consequently, the quality of life of the population. In this context, this study analyzes the use of renewable fuels in comparison with non-renewable fuels in Brazil, with a focus on diesel and biodiesel. The main objective of this work is to present the current scenario of the consumption of these fuels in the country, as well as their importance within the national energy and economic landscape. To this end, materials addressing the themes of economics, environment, and sustainable energy were analyzed. The study examines aspects related to the market structure of diesel and biodiesel, the opportunity costs involved in biofuel production, and the externalities arising from the use of these energy sources. The results indicate that Brazil has advantages in expanding the participation of renewable fuels in its energy matrix, especially due to its availability of natural resources and productive capacity. However, the continued dependence on fossil fuels highlights the need for public policies and energy planning capable of reconciling economic growth, energy security, and environmental preservation.

Keywords: renewable energy; biodiesel; diesel; market structure; opportunity cost; externalities.

LISTA DE GRÁFICOS E FIGURAS

Gráfico 1 - Emissões Evitadas com Bioenergia em 2024	28
Gráfico 2 - Participação de matérias-primas para a produção de biodiesel – 2024 ...	30
Figura 1 – Notícia sobre expansão da área demandada cultivo de soja.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Instalações produtoras de biodiesel autorizadas no Brasil	17
Tabela 2 - Produção de grãos dos principais países produtores, 2021- 2024*	24
Tabela 3 - Capacidade instalada da indústria brasileira de óleos vegetais (ton/dia) - 2025 por estado	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

MME - Ministério de Minas e Energia

BEN - Balanço Energético Nacional

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

CO₂ - Gás Carbônico

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

CNPE - Conselho Nacional de Política Energética

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. FUNDAMENTOS ECONÔMICOS DO MERCADO DE BIODIESEL.....	16
2.1 Estrutura de Mercado	16
2.1.1 Número de Empresas	16
2.1.2 Diferenciação do Produto	18
2.1.3 Barreiras à Entrada	20
2.2 Custos de Oportunidade	22
2.3 Externalidades	25
2.3.1 Externalidades Positivas e Negativas do Uso do Biodiesel	26
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
REFERÊNCIAS	33

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de alterar a forma de produzirmos energia, vem da crescente necessidade de preservar nosso planeta, uma vez que a humanidade vem usando de forma demasiada e predatória seus recursos naturais. Num planeta onde os recursos naturais são escassos, alocá-los da forma mais eficiente possível é imprescindível, surgindo então um desafio energético e ambiental. Nesse contexto, o planejamento energético se mostra como uma forma de alocar de maneira ótima a oferta e a demanda dos recursos energéticos, contribuindo para o enfrentamento desse desafio.

O crescimento da demanda mundial por energia, impulsionado pelo aumento da população, pela expansão das atividades produtivas e pelo desenvolvimento econômico, tem intensificado a necessidade de fontes energéticas capazes de atender às necessidades da sociedade. Nesse contexto, os combustíveis fósseis passaram a se tornar altamente relevantes na matriz energética mundial devido à sua abundante disponibilidade na natureza e alta capacidade de geração de energia. Entretanto, a elevada dependência do uso dos combustíveis fósseis tem gerado preocupações não apenas em relação aos impactos ambientais advindos da sua utilização, mas também quanto aos riscos econômicos decorrentes das oscilações no mercado internacional de petróleo. Nesse contexto, eventos que afetam a oferta e os preços do petróleo podem provocar significativas consequências econômicas, revelando a fragilidade dessa dependência e a necessidade de diversificação da matriz energética, como ficou evidente no Brasil durante a crise do petróleo da década de 1970.

Dado esse contexto, cabe mencionar a crise do Petróleo na década de 1970, que evidenciou a vulnerabilidade energética do Brasil. Com a guerra do Yom Kippur, o preço do barril de petróleo triplicou seu preço num período aproximado de três meses. Esse cenário tornou menos favoráveis as condições internacionais e levou o país a enfrentar uma crise energética, além de diversos impactos negativos sobre a economia, uma vez que o Brasil já apresentava elevada dependência do petróleo naquele período (Cerqueira e Silva, 2017).

Diante dos desafios oriundos da dependência dos combustíveis fósseis, intensificou-se a busca por fontes energéticas capazes de garantir maior segurança

no abastecimento e reduzir os impactos ambientais causados pela geração e consumo de energia. Nesse contexto, as energias renováveis ganharam relevância e destaque por sua capacidade de reposição natural. Segundo Brackmann (2009), são consideradas energias renováveis aquelas cuja taxa de utilização é inferior à sua taxa de renovação. Entre as principais fontes renováveis destacam-se a energia hidráulica, eólica, solar, geotérmica e a biomassa (GOLDEMBERG; LUCON, 2006-2007). Nesse cenário, os biocombustíveis passaram a ocupar papel central no processo de transição energética, especialmente em países como o Brasil, que possui condições favoráveis para sua produção e utilização.

Entre os biocombustíveis utilizados no Brasil, destaca-se o biodiesel, um combustível renovável produzido principalmente a partir de óleos vegetais ou gorduras animais. Sua utilização tem ganhado relevância devido ao potencial de reduzir a dependência dos combustíveis fósseis. Além disso, a obrigatoriedade da mistura ao diesel comercializado no país estimulou a expansão da produção e do consumo desse combustível.

A importância do biodiesel torna-se ainda mais evidente ao se considerar que o Brasil se diferencia mundialmente pela expressiva participação de fontes renováveis em sua matriz energética. De acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN) 2025, elaborado e publicado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), aproximadamente metade da matriz energética brasileira é composta por fontes de energias renováveis (EPE, 2025). Além disso, segundo dados do Ministério de Minas e Energia (MME) em 2024 a matriz elétrica brasileira teve quase 90% da sua composição de fontes de energias renováveis, com destaque no aumento das fontes eólica, solar e gás natural. Contudo, apesar dos avanços no uso de fontes renováveis, os combustíveis fósseis ainda possuem elevada participação no abastecimento energético do Brasil. Segundo o Boletim Mensal da Produção de Petróleo e Gás Natural da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), a produção nacional diária de petróleo alcançou cerca de 3,773 milhões de barris, e a de gás natural aproximadamente 182.570 mil metros cúbicos. Juntos esses volumes corresponderam a um total aproximado de 4,921 milhões de barris de óleo equivalente por dia (MMboe/d) (ANP, 2026).

Embora o biodiesel normalmente está acompanhado de benefícios para o meio ambiente devido a substituição parcial dos combustíveis fósseis, sua importância vai além das questões ambientais. A produção e a utilização desse

biocombustível envolvem aspectos econômicos relacionados à organização do mercado, à alocação dos recursos produtivos e aos impactos gerados sobre a sociedade e o meio ambiente. Nesse sentido, torna-se fundamental compreender a estrutura de mercado do setor energético brasileiro e analisar os custos de oportunidade associados à produção do biodiesel, considerando o meio ambiente como elemento essencial no processo de tomada de decisões. Além disso, a existência de externalidades positivas e negativas reforça a necessidade de uma avaliação conjunta dos aspectos econômicos e ambientais envolvidos nessa atividade.

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo geral discutir a importância do biodiesel como alternativa aos combustíveis fósseis no Brasil, considerando sua contribuição para a matriz energética nacional e os aspectos econômicos e ambientais relacionados à sua produção e utilização. Como objetivos específicos, busca-se estudar a estrutura de mercado do setor de diesel e biodiesel, avaliar os custos de oportunidade associados à produção do biodiesel, especialmente da soja, e também discutir as externalidades positivas e negativas decorrentes de sua utilização.

2.FUNDAMENTOS ECONÔMICOS DO MERCADO DE BIODIESEL

2.1 Estrutura de Mercado

No estudo da estrutura de mercado são abordados temas como número de vendedores e compradores, diferenciação de produto, barreiras à entrada, estrutura de custos, integração vertical e diversificação (Kupfer e Hasenclever, 2020). Sendo assim, a estrutura de mercado de determinado setor é pautada em fatores como número de firmas atuantes, barreiras à entrada, grau de diferenciação do produto e o poder de mercado que as empresas atuantes detêm.

Diante disso, após ser abordado de forma ampla sobre os combustíveis e biocombustíveis no Brasil, torna-se necessário delimitar a análise para o mercado de biodiesel, objeto deste estudo. Nesse sentido, este capítulo analisa a estrutura de mercado do setor de biodiesel brasileiro, considerando especialmente o número de empresas atuantes, a diferenciação do produto e as barreiras à entrada.

2.1.1 Número de Empresas

O número de empresas atuantes em determinado mercado é um dos elementos mais importantes da análise da sua estrutura de mercado, uma vez que influencia diretamente o grau de concorrência e o poder de mercado das firmas. Segundo Kupfer e Hasenclever (2020), mercados com poucas empresas tendem a apresentar maior concentração econômica, enquanto setores que detêm uma maior quantidade de agentes econômicos tendem a apresentar maior nível de concorrência.

Se observa no mercado brasileiro de biodiesel a presença de diversos produtores distribuídos por diferentes regiões do país. O Relatório Síntese Balanço Energético Nacional (BEN) (EPE,2025) apresenta que o Brasil se destaca como um dos principais produtores de biodiesel do mundo, tendo o óleo de soja como principal matéria-prima nacional. Além disso, a política de mistura obrigatória, que estabelece que seja adicionado biodiesel no diesel fóssil, contribui para estimular a produção e o consumo desse biocombustível no país. Essa política foi definida pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), órgão de assessoramento do Presidente da República para formulação de políticas e diretrizes de energia, presidido pelo

Ministro de Estado de Minas e Energia.

Diferentemente do mercado de diesel fóssil, historicamente mais concentrado, o setor de biodiesel apresenta maior número de produtores distribuídos pelo território nacional. O painel dinâmico da ANP representado através Tabela 1, nos mostra que o Brasil possui atualmente diversos produtores de biodiesel distribuídos por diferentes regiões do território nacional, reforçando a competitividade e maior descentralização do setor.

Tabela 1 – Instalações produtoras de biodiesel autorizadas no Brasil

Região	Número de instalações
Centro-Oeste	27
Nordeste	4
Norte	6
Sudeste	6
Sul	15
Total	58

Fonte: Elaboração própria com base em dados da ANP (2026).

Conforme apresentado na Tabela 1, em abril de 2026 o Brasil contava com 58 instalações produtoras de biodiesel ativas e autorizadas pela ANP distribuídas por diferentes regiões do país. Esse cenário demonstra a presença de diversos produtores no setor, reforçando a descentralização da produção nacional de biodiesel. Além disso, observa-se uma concentração significativa dessas unidades na região Centro-Oeste, que reúne 27 instalações, seguida pela região Sul, com 15 unidades. Em conjunto, essas duas regiões representam aproximadamente 72% das instalações produtoras do país.

A concentração das instalações produtoras nas regiões Centro-Oeste e Sul não ocorre de forma aleatória. Segundo o Ministério da Agricultura e Pecuária (2025), essas regiões concentram grande parte da produção nacional de soja, principal matéria-prima utilizada na fabricação de biodiesel no Brasil. Aproximadamente 70% da produção brasileira de grãos encontra-se concentrada nos estados de Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás. No caso do Mato Grosso, destacam-se fatores como a ampla extensão de áreas de plantio, maior

porte das propriedades rurais e o uso de tecnologias avançadas, contribuindo para sua posição de liderança na produção nacional.

Além disso, segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (Abiove, 2023) o óleo de soja corresponde a cerca de 70% da matéria-prima utilizada na produção nacional de biodiesel. Nesse contexto, a proximidade entre as usinas produtoras e as regiões de maior produção agrícola tende a reduzir custos logísticos e facilitar o acesso ao principal insumo do setor, tornando essas regiões mais atrativas para a instalação das usinas.

2.1.2 Diferenciação do Produto

Segundo Kupfer e Hasenclever (2020), a diferenciação de produto constitui um importante elemento da estrutura de mercado, pois influencia a intensidade da concorrência entre as empresas. Quanto maior a diferenciação percebida pelos consumidores, menor tende a ser a substituição entre produtos concorrentes.

Em contraste, a hipótese de homogeneidade dos produtos é um dos pressupostos fundamentais da concorrência perfeita. Nesse modelo, os consumidores percebem os produtos ofertados pelas diferentes empresas como idênticos, ou seja, substitutos perfeitos. Dessa forma, a existência de preços distintos faz com que os consumidores adquiram o produto da empresa que oferta a um menor preço, impedindo a participação de firmas com preços mais elevados no mercado. Dessa forma, em mercados nos quais os produtos são homogêneos e as demais condições competitivas são respeitadas, tem-se um único preço de mercado. Nesse contexto, as empresas são tomadoras de preços (*price takers*), uma vez que não possuem exercer influência sob o preço vigente, apenas aceitando aquele determinado pelo mercado. Assim, cada empresa se depara com uma curva de demanda perfeitamente elástica.

No mercado de biodiesel, a diferenciação do produto apresenta características específicas. Por se tratar de um combustível regulamentado pela ANP, sua produção deve seguir especificações técnicas padronizadas, garantindo níveis mínimos de qualidade e desempenho. A agência é responsável pela regulação, contratação e fiscalização das atividades econômicas integrantes da indústria do petróleo, do gás natural, dos biocombustíveis e do hidrogênio. Além disso, supervisiona atividades como refino, transporte e armazenamento, bem como regula a qualidade dos

produtos, a distribuição e a revenda de combustíveis, garantindo o cumprimento das normas estabelecidas e a manutenção de um ambiente regulado e seguro entre os agentes econômicos. Dessa forma, a possibilidade de diferenciação entre os produtores é relativamente limitada quando comparada a outros setores da economia.

Apesar dessa padronização, podem haver diferenças relacionadas, à logística de distribuição, à sustentabilidade das matérias-primas utilizadas e ao cumprimento de certificações ambientais. Tais aspectos podem conceder vantagens competitivas às empresas, ainda que o produto final apresente reduzido grau de diferenciação.

Embora seja reduzido o grau de diferenciação do biodiesel enquanto produto final, a literatura econômica destaca que a diferenciação não depende exclusivamente de características físicas perceptíveis. Conforme apontam Kupfer e Hasenclever (2020), basta que os consumidores percebam os produtos como diferentes para que ocorra diferenciação. Essa percepção pode estar associada à qualidade, à localização da oferta, à marca ou a outros atributos subjetivos valorizados pelos consumidores.

Dessa forma no mercado de biodiesel, embora as normas técnicas estabelecidas pela ANP tornem o produto relativamente homogêneo, aspectos como a sustentabilidade do processo produtivo, a origem das matérias-primas utilizadas, certificações ambientais e a reputação das empresas podem influenciar a percepção dos agentes econômicos. Assim, mesmo em um setor marcado pela padronização do seu produto, elementos subjetivos relacionados à imagem e à confiabilidade dos produtores podem contribuir para a construção de vantagens competitivas, ainda que em menor intensidade quando comparado a mercados com elevada diferenciação de produtos.

Embora as possibilidades de diferenciação no mercado de biodiesel sejam relativamente limitadas devido a padronização do produto, a literatura de Economia Industrial destaca que a diferenciação pode desempenhar importante papel estratégico no aspecto da concorrência do mercado. Conforme Marques et al. (2018), a diferenciação pode ser utilizada para conquistar a preferência dos consumidores e fortalecer a posição da empresa frente aos concorrentes. Além disso, produtos percebidos como diferentes podem contribuir para a fidelização dos consumidores e para a ampliação do poder de mercado das firmas. Os autores destacam ainda que a diferenciação pode assumir um caráter estratégico, ao ocupar

o espaço de entrada de potenciais concorrentes.

No mercado de biodiesel, a diferenciação pode ser observada por meio de iniciativas relacionadas à sustentabilidade e à eficiência ambiental. Um exemplo disso é o RenovaBio, Política Nacional de Biocombustíveis instituída pela Lei nº 13.576/2017, que tem entre seus objetivos promover a expansão dos biocombustíveis na matriz energética brasileira e estimular ganhos de eficiência energética com a redução das emissões de gases de efeito estufa. Nesse contexto, embora o biodiesel apresente características técnicas padronizadas, empresas que se preocupam com a sustentabilidade ambiental do seu produto podem obter vantagens competitivas perante os demais concorrentes. Dessa forma, a diferenciação deixa de estar associada exclusivamente ao produto final e passa a levar em consideração outros atributos, como os relacionados à sustentabilidade.

2.1.3 Barreiras à Entrada

As barreiras à entrada são um dos principais elementos da estrutura de mercado, pois influenciam diretamente a capacidade de novas empresas ingressarem em determinado setor. Essas barreiras podem estar relacionadas à necessidade de elevados investimentos iniciais, exigências regulatórias, acesso a matérias-primas estratégicas, domínio tecnológico, etc. “Qualquer fator que impeça a livre mobilidade do capital para uma indústria no longo prazo e, conseqüentemente, torne possível a existência de lucros supranormais permanentes nessa indústria, constitui barreira à entrada” (Kupfer e Hasenclever, 2020, p.93).

Nesse contexto, Marques et al. (2018) destacam que a entrada no mercado pode ser classificada como efetiva ou potencial. A entrada efetiva ocorre quando uma empresa passa a atuar de fato em determinado mercado, enquanto a entrada potencial corresponde à possibilidade ou ameaça de ingresso de novos concorrentes. Segundo os autores, mesmo quando não se concretiza, a simples existência de potenciais entrantes pode influenciar o comportamento das empresas já estabelecidas, estimulando estratégias voltadas à manutenção de suas posições competitivas.

No setor energético, observa-se que segmentos que demandam grande volume de capital, estrutura complexa e intensa regulação tendem a apresentar estruturas de mercado mais concentradas, frequentemente caracterizadas como

monopólios ou oligopólios. No caso das energias renováveis, as barreiras à entrada variam de acordo com as características de cada atividade. As hidrelétricas, por exemplo, exigem elevados investimentos iniciais em infraestrutura e possuem forte atuação estatal e regulatória. Já as atividades de transmissão e distribuição de energia apresentam elevados custos fixos e comportam-se como monopólios naturais, tornando economicamente inviável a atuação simultânea de diversas empresas em uma mesma região.

Essa característica pode ser explicada pela teoria dos monopólios naturais presente na obra de Marques et al. (2018). Ainda segundo tais autores, alguns mercados exigem elevados investimentos iniciais e ativos altamente específicos, tornando a entrada de novas empresas pouco atrativa. Além disso, a divisão da demanda entre um maior número de produtores pode reduzir a escala de operação das firmas e elevar seus custos médios. Nessas situações, a presença de poucos agentes econômicos tende a ser mais eficiente.

Em relação ao biodiesel, seu mercado é fortemente regulado, condicionado à autorização da ANP, o que influencia diretamente o número de participantes e as barreiras à entrada no mercado. A entrada e permanência de novos agentes econômicos dependem do cumprimento de uma série de exigências técnicas, operacionais e regulatórias estabelecidas pelo órgão. Embora tais requisitos contribuam para garantir a qualidade e a segurança dos combustíveis comercializados, também podem significar obstáculos para empresas que desejam ingressar no setor.

Outra barreira à entrada que deve ser considerada é à necessidade de altíssimos investimentos iniciais. A instalação de usinas produtoras de biodiesel demanda infraestrutura industrial adequada, aquisição de equipamentos especializados, sistemas de armazenamento e uma rede logística capaz de atender às exigências de transporte e distribuição do produto. Dessa forma, o elevado volume de capital necessário para iniciar as operações acabam por limitar muitas vezes a entrada de novos entrantes no setor.

Segundo Kupfer e Hasenclever (2020), os elevados investimentos iniciais exigidos por determinados setores podem dificultar a entrada de novas empresas no mercado. Segundo os autores esses investimentos frequentemente estão associados a ativos específicos e a custos irrecuperáveis, aumentando os riscos enfrentados pelos potenciais entrantes. Assim, quanto maior o volume de capital

necessário para iniciar as operações, maior tende a ser a dificuldade de ingresso de novos agentes econômicos, especialmente em atividades que demandam infraestrutura complexa e equipamentos especializados.

2.2 Custos de Oportunidade

Em economia, custo de oportunidade se refere ao valor da melhor alternativa renunciada diante da escolha de determinada coisa, ou recurso, para uma certa finalidade (MANKIW, 2021). Dessa forma, quando esses recursos são escassos, como terra e matéria-prima, eles são direcionados para determinada atividade econômica, outras possibilidades de utilização deixam de ser aproveitadas. No contexto da produção de biodiesel no Brasil, o custo de oportunidade se dá através da utilização de terras agricultáveis para o cultivo de matéria-prima para produção energética em detrimento da produção de alimentos destinados ao consumo humano e animais.

Além disso, a compreensão de custo de oportunidade também pode ser vista à luz da Teoria dos Jogos. Conforme destacam Marques et al. (2018), a Teoria dos Jogos é uma importante ferramenta da Economia Industrial utilizada para compreender o comportamento racional de agentes econômicos em contextos de interação estratégica entre eles, permitindo explicar decisões tomadas por elas, prever possíveis próximos movimentos, além de auxiliar a identificar as estratégias mais vantajosas diante das alternativas disponíveis. Diante essa perspectiva, as escolhas realizadas pelas firmas envolvem a comparação entre diferentes cenários, possibilidades de ação e seus respectivos possíveis resultados. Dessa forma, a decisão de destinar recursos escassos, como terra agricultável, para a produção de biodiesel em detrimento de outras atividades produtivas, como alimentos por exemplo, pode ser compreendida como uma escolha estratégica, na qual os agentes buscam maximizar seus lucros diante das oportunidades dadas.

Nesse contexto apresentado, a terra é um recurso escasso que pode ser destinado a diferentes atividades, como a produção de alimentos ou matérias-primas para fins energéticos. Assim, ao ampliar a utilização desse recurso para uma determinada finalidade, reduz-se sua disponibilidade para as demais, evidenciando o custo de oportunidade envolvido na produção de biocombustíveis.

As principais matérias-primas para a produção do biodiesel no Brasil são a

soja, o milho, o girassol, o amendoim, o algodão, a canola, a mamona, o babaçu, a palma (dendê) e a macaúba, entre outras oleaginosas existentes no país. Podendo ser obtido também a partir de óleos residuais e de gorduras animais.

A cultura da soja possui grande relevância na agricultura brasileira, ocupando cerca de 48,72 milhões de hectares e alcançando uma produção estimada de 180,13 milhões de toneladas, com produtividade média de 3.697 kg por hectare na safra 2025/26 (EMBRAPA, s.d.). Além disso, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) apontam que a área plantada para atender ao percentual de mistura de 2% de biodiesel ao diesel de petróleo (cerca de 760 milhões de litros/ano) é de 1,5 milhão de hectares (Embrapa, 2021). Isso equivale a 1% dos 150 milhões de hectares plantados e disponíveis para a agricultura no Brasil. Mesmo sendo pequena essa fração de terra, ela poderia ser utilizada para produzir uma grande quantidade de alimentos para alimentar a população, existindo então uma renúncia de outras possibilidades produtivas, evidenciando o custo de oportunidade mencionado.

O estudo de custo de oportunidade se torna ainda mais relevante visto que o Brasil se consolidou como um dos principais produtores e exportadores de alimentos do mundo, alcançando em 2023 a posição de 4º maior produtor mundial de grãos (soja, milho, trigo, arroz, feijão, cevada, aveia, centeio, cereais, painço, sorgo), respondendo por 8,8% da produção global, como mostra a tabela 2. Ainda assim, o cenário de insegurança alimentar observado no país levanta discussões relevantes acerca da destinação da produção agrícola e torna pertinente a reflexão acerca das escolhas econômicas relacionadas ao uso dos recursos produtivos.

Além da destinação da terra para a produção de alimentos ou de matérias-primas energéticas, o custo de oportunidade também pode ser observado na decisão entre expandir a área agrícola ou preservar áreas de vegetação nativa, evidenciando que a utilização dos recursos produtivos envolve diferentes benefícios econômicos, sociais e ambientais.

Tabela 2 - Produção de grãos dos principais países produtores, 2021–2024*

		1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º
Ano	Mundo	China	EUA	Índia	Brasil	Rússia	Argentina	Indonésia	Canadá	Bangl.	Ucr.
2021	3451	651	573	374	250	121	135	73	54	62	89
%	-	18,9	16,6	10,8	7,2	3,5	3,9	2,1	1,6	1,8	2,6
2022	3436	656	526	382	260	158	136	78	71	63	57
%	-	19,1	15,3	11,1	7,6	4,6	4,0	2,3	2,1	1,8	1,7
2023	3515	663	577	396	311	142	88	74	66	65	64
%	-	18,9	16,4	11,3	8,8	4,0	2,5	2,1	1,9	1,8	1,8
2024*	3540	671	552	402	296	149	125	73	68	65	70
%	-	18,9	15,6	11,4	8,4	4,2	3,5	2,1	1,9	1,8	2,0

Nota: 2024* = Estimativa

Fonte: Elaboração própria com base em dados da Embrapa (s.d.).

Nesse sentido, a tabela 3 evidencia a dimensão da cadeia de óleos vegetais no Brasil, especialmente relacionada à soja, mostrando como o país direciona recursos produtivos, como terra, capital e infraestrutura, para essa atividade. A concentração da capacidade instalada em estados como Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás demonstra a importância econômica dessa cadeia, que fornece matéria-prima tanto para a produção de alimentos quanto para biocombustíveis, como o biodiesel.

Tabela 3 - Capacidade instalada da indústria brasileira de óleos vegetais (ton/dia) - 2025 por estado

Estado	UF	Processamento Ton/dia	%	Refino Ton/dia	%	Envase Ton/dia	%
Amazonas	AM	2.000	0,86	0	0,00	0	0,00
Bahia	BA	9.745	4,21	1.308	5,08	1.235	8,34
Ceará	CE	300	0,13	200	0,78	0	0,00
Goiás	GO	31.865	13,76	4.710	18,28	3.339	22,54
Maranhão	MA	2.000	0,86	330	1,28	330	2,23
Minas Gerais	MG	10.372	4,48	2.256	8,75	1.282	8,65
Mato Grosso do Sul	MS	17.073	7,37	2.296	8,91	1.295	8,74
Mato Grosso	MT	53.767	23,22	3.173	12,31	2.503	16,90
Pernambuco	PE			753	2,92	0	0,00
Piauí	PI	3.350	1,45	120	0,47	180	1,22
Paraná	PR	38.973	16,83	3.903	15,15	2.965	20,01
Rondônia	RO	400	0,17	0	0,00	0	0,00
Roraima	RR	1.100	0,48	250	0,97	0	0,00
Rio Grande do Sul	RS	34.875	15,06	300	1,16	50	0,34
Santa Catarina	SC	4.300	1,86	550	2,13	0	0,00
São Paulo	SP	14.940	6,45	5.620	21,81	1.635	11,04
Tocantins	TO	6.506	2,81	0	0,00	0	0,00
Total		231.567	100,00	25.768	100,00	14.814	100,00

Fonte: Elaboração própria com base em dados da Abiove (2026).

2.3 Externalidades

As externalidades são entendidas como uma das falhas de mercado e ocorrem quando as ações de um agente econômico afetam o bem-estar de terceiros que não participam diretamente dessa atividade, sem que haja qualquer compensação por esse impacto. Segundo Mankiw (2013), quando esse efeito gera prejuízos à sociedade, caracteriza-se uma externalidade negativa, e quando proporciona benefícios, trata-se de uma externalidade positiva. Nessas situações, os

custos ou benefícios das atividades econômicas não são integralmente incorporados pelos agentes envolvidos, comprometendo o funcionamento eficiente do mercado.

Entre os exemplos de externalidades negativas apresentados por Mankiw (2013), destaca-se a poluição ambiental decorrente das atividades produtivas e do consumo. O autor aborda que empresas e consumidores, ao tomarem decisões pensando apenas em seus próprios interesses, não consideram os custos da poluição gerada, o que resulta em uma alocação ineficiente dos recursos, pois o equilíbrio de mercado não é eficiente na presença de externalidades. Como ilustração, menciona tanto a emissão de dioxina por empresas produtoras de papel quanto a poluição do ar causada pela fumaça emitida pelos escapamentos dos automóveis. Em ambos os casos, os custos da poluição são sentidos por toda a sociedade, embora não sejam considerados pelos agentes responsáveis pelas emissões, evidenciando assim uma falha de mercado.

Esse exemplo interage diretamente com o tema deste trabalho, uma vez que as emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis representam uma das principais externalidades negativas associadas ao setor de transportes. Nesse contexto, a transição para combustíveis renováveis, como o biodiesel, pode contribuir para a redução desses impactos ambientais e gerar externalidades positivas ao proporcionar benefícios que se estendem à coletividade, como a melhoria da qualidade ambiental e a diminuição das emissões de poluentes. Dessa forma, compreender as externalidades e os instrumentos utilizados para corrigi-las torna-se fundamental para analisar o papel do biodiesel na promoção de uma matriz energética mais sustentável.

2.3.1 Externalidades Positivas e Negativas do Uso do Biodiesel

As externalidades do uso do biodiesel podem ser positivas ou negativas, dependendo dos impactos causados sobre a sociedade e o meio ambiente. Como visto anteriormente, segundo Mankiw (2013), elas ocorrem quando uma atividade econômica afeta terceiros sem que esses efeitos sejam considerados pelos agentes envolvidos. No caso do biodiesel, embora seu uso gere benefícios ambientais e sociais em relação aos combustíveis fósseis, também pode provocar custos externos relacionados à expansão da produção agrícola e ao uso dos recursos naturais disponíveis.

Além dos benefícios que afeta diretamente os consumidores e produtores, o

uso do biodiesel contribui também para a redução das emissões de gases de efeito estufa, gerando ganhos ambientais que se estendem à toda a sociedade. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2025), a expansão da bioenergia desempenha papel relevante no processo de transição energética brasileira. Embora o setor energético não seja o principal responsável pelas emissões de gases de efeito estufa no Brasil, o setor de transportes representa a maior parte das emissões desse segmento, tornando a ampliação do uso de combustíveis renováveis uma importante estratégia para reduzir a intensidade de carbono da matriz energética.

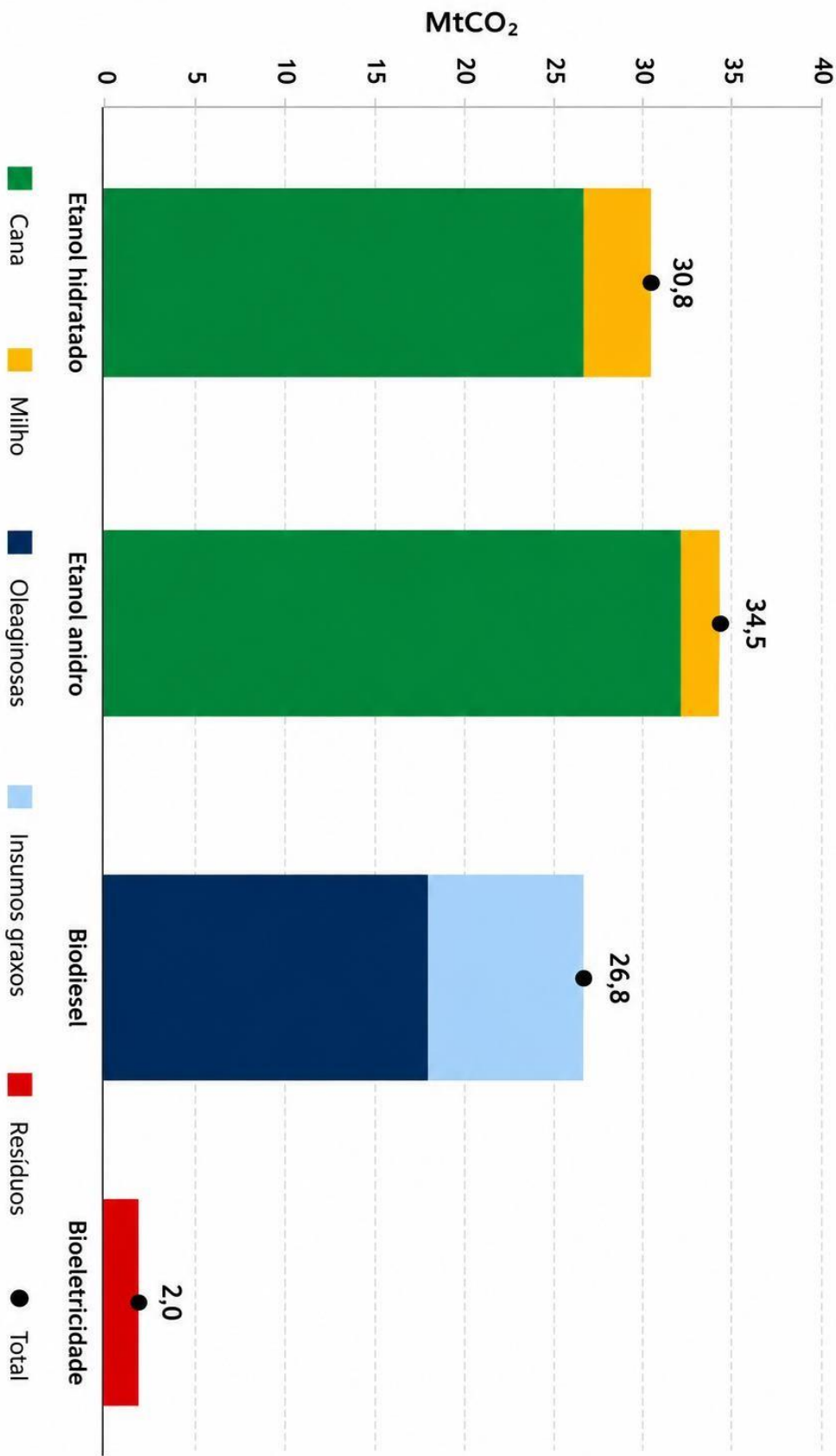
Nesse contexto, em relação aos biocombustíveis líquidos, verificou-se um aumento das emissões evitadas em 2024, impulsionado pela elevação de 1% no percentual obrigatório de biodiesel adicionado ao diesel e pela produção recorde de etanol. Como resultado, a participação dos biocombustíveis elevou a renovabilidade da matriz de transportes brasileira para 25,7%. Além disso, a substituição da gasolina e do diesel por etanol e biodiesel permitiu evitar a emissão de aproximadamente 92 MtCO₂ (milhões de toneladas de CO₂) em 2024, volume 9,5% superior ao registrado no ano anterior (EPE, 2025).

O gráfico 1 ilustra as emissões evitadas decorrentes do uso de biocombustíveis e da bioeletricidade da cana em 2024. Essa redução representa um benefício que ultrapassa os consumidores e produtores do combustível, alcançando toda a sociedade por meio da melhoria da qualidade do ar e da mitigação das mudanças climáticas. Dessa forma, esses benefícios caracterizam uma externalidade positiva, pois seus efeitos são compartilhados por indivíduos que não participam diretamente da produção ou do consumo do biodiesel.

Embora apresente benefícios ambientais, a expansão da produção de biodiesel também pode gerar externalidades negativas. O aumento da demanda por matérias-primas, especialmente a soja, pode intensificar a expansão das áreas agrícolas, pressionando os recursos naturais e provocando mudanças no uso da terra.

Esses impactos afetam não apenas os produtores e consumidores do biodiesel, mas também a sociedade e meio ambiente como um todo, uma vez que podem contribuir para a perda de vegetação nativa, alterações na biodiversidade e maior utilização de insumos agrícolas. Assim, tais efeitos configuram externalidades negativas, pois os custos ambientais decorrentes dessas atividades não são integralmente incorporados pelos agentes econômicos participantes da ação.

Gráfico 1 - Emissões Evitadas com Bioenergia em 2024



Fonte: EPE (2025).

Além disso, conforme discutido no capítulo anterior, a expansão da produção de matérias-primas para o biodiesel também envolve custos de oportunidade relacionados à destinação da terra. A destinação de áreas agrícolas para o cultivo de oleaginosas para a produção de biodiesel pode limitar outros usos economicamente, socialmente ou ambientalmente relevantes, como a produção de alimentos ou a preservação da vegetação nativa.

Figura 1 - Notícia sobre expansão da área demandada cultivo de soja

Lado Rural

Biodiesel exigirá de MS expansão de soja em área do tamanho da Capital

Aprosoja estima mais 770 mil hectares com avanço da mistura obrigatória do diesel no país

Por Anderson Viegas | 14/04/2026 13:15



ouça este conteúdo

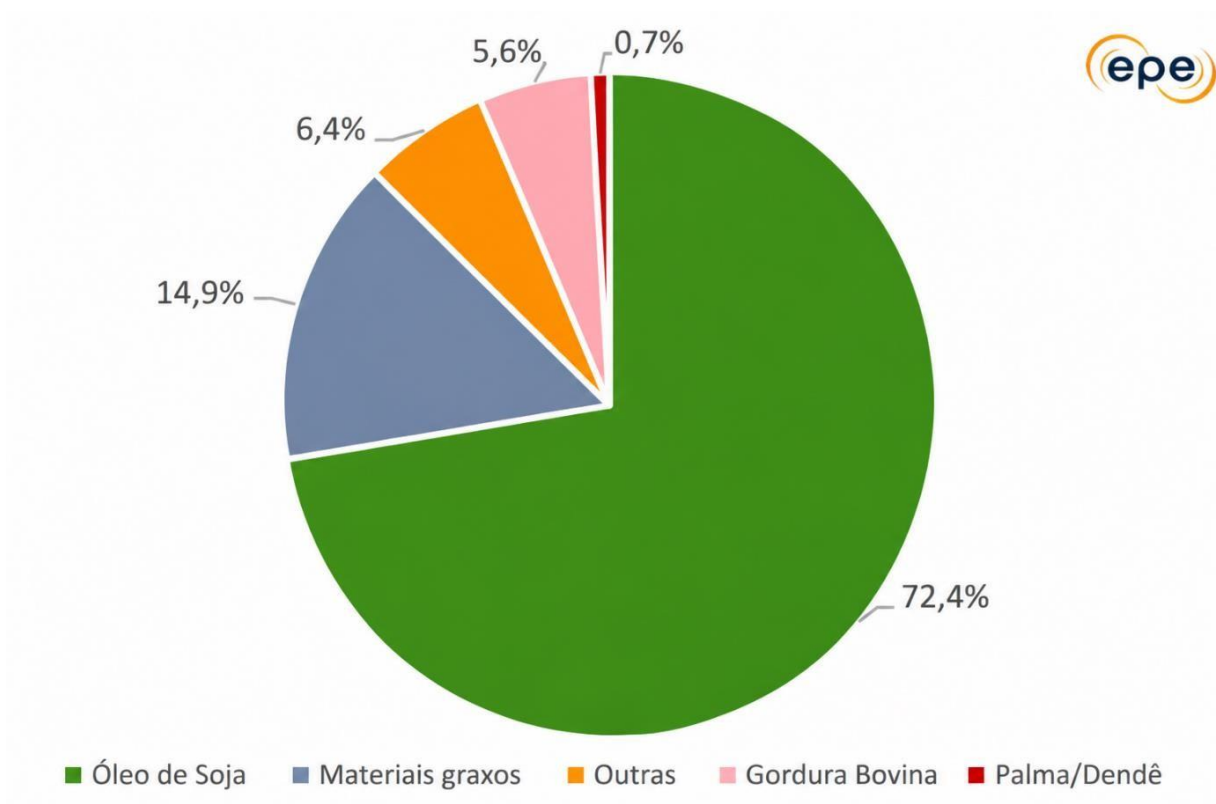
readme



Fonte: Viegas (2026).

Conforme mostra a Figura 1, a ampliação da produção de biodiesel poderá demandar centenas de milhares de hectares adicionais destinados ao cultivo de soja, evidenciando a relação entre o crescimento do setor de biocombustíveis e a pressão sobre o uso da terra.

Gráfico 2 - Participação de matérias-primas para a produção de biodiesel - 2024



Fonte: EPE (2025).

Conforme apresenta o Gráfico 2, a soja permanece como a principal matéria-prima utilizada na produção de biodiesel no Brasil, mantendo sua liderança na matriz de insumos do setor. Entretanto, considerando a perspectiva de aumento do percentual obrigatório da mistura de biodiesel ao diesel, projeta-se um aumento progressivo da demanda por matérias-primas, o que pode ampliar a pressão por novas áreas de cultivo. Nesse cenário, a diversificação dos insumos e inclusão de outras oleaginosas como matéria-prima, apresenta uma boa alternativa para reduzir a dependência de um único produto e diminuir possíveis impactos associados à expansão da produção de soja.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo analisar o biodiesel como alternativa aos combustíveis fósseis no Brasil, considerando não apenas seus benefícios ambientais ou econômicos, mas também os aspectos econômicos voltados à sua produção e utilização. A partir da literatura escolhida e dos dados expostos, verificou-se que o país possui condições favoráveis para ampliar a participação dos biocombustíveis em sua matriz energética, devido sua grande disponibilidade de recursos naturais, da capacidade produtiva agrícola e da significativa participação de fontes renováveis na matriz energética e elétrica nacional.

No tocante à estrutura de mercado, observou-se que o mercado de biodiesel apresenta características distintas do mercado de diesel fóssil. Enquanto o segundo é historicamente mais concentrado, a produção de biodiesel é realizada por um número maior de empresas distribuídas em diferentes regiões do país, embora com maior concentração nas regiões Centro-Oeste e Sul, em função da disponibilidade da principal matéria-prima utilizada, a soja. Além disso, foi possível verificar que apesar da padronização técnica do biodiesel estabelecida pela ANP limitar a diferenciação do produto, aspectos relacionados à sustentabilidade e eficiência produtiva, por exemplo, podem gerar vantagens competitivas entre as empresas. Também se constatou que as exigências regulatórias e o elevado volume de investimentos necessários para a instalação das usinas constituem importantes barreiras à entrada de novos concorrentes no mercado.

Referente aos custos de oportunidade, observou-se que a expansão da produção de biodiesel envolve decisões complexas sobre a alocação de recursos produtivos escassos, em especial da terra. A utilização de áreas agrícolas para o cultivo de oleaginosas destinadas à produção de energia representa a renúncia de outras possibilidades de uso, como a produção de alimentos ou a preservação ambiental. Dessa forma, o estudo revelou que a ampliação da produção de biodiesel requer planejamento para que os benefícios econômicos e energéticos não comprometam outras demandas igualmente relevantes para a sociedade.

No que se refere às externalidades, constatou-se que a utilização do biodiesel produz efeitos que vão além dos produtores e consumidores. Entre as externalidades positivas destacam-se a redução das emissões de gases de efeito

estufa, a melhoria da qualidade ambiental e a contribuição para a diversificação da matriz energética brasileira. Por outro lado, também foram identificadas externalidades negativas à expansão da produção agrícola, como a pressão sobre o uso da terra, impactos sobre a vegetação nativa e maior utilização de recursos naturais escassos. Esses resultados observados evidenciam que a produção de biodiesel deve ser acompanhada por medidas capazes de incentivar práticas produtivas sustentáveis e minimizar seus impactos ao meio ambiente.

No geral, os resultados obtidos neste estudo apontam que o biodiesel representa uma importante alternativa para reduzir a dependência dos combustíveis fósseis e contribuir para uma matriz energética mais limpa e sustentável. Entretanto, ele também demonstra que sua expansão deve ser acompanhada de muito planejamento, considerando simultaneamente aspectos econômicos, sociais e ambientais. Nesse contexto, regulamentações eficientes, investimentos em inovação tecnológica e mecanismos que promovam maior eficiência na utilização dos recursos produtivos tornam-se indispensáveis para garantir o equilíbrio, segurança energética e a preservação ambiental.

Por fim, conclui-se que a discussão sobre o biodiesel vai além da simples substituição de uma fonte energética por outra. Trata-se de uma questão que abrange estrutura de mercado, custos de oportunidade e externalidades. Assim, o fortalecimento dos biocombustíveis no Brasil deve ser acompanhado por estratégias que conciliem crescimento econômico, competitividade e sustentabilidade, permitindo que o país aproveite suas vantagens comparativas sem comprometer os recursos necessários às futuras gerações.

REFERÊNCIAS

ABIOVE. **Capacidade Instalada**. Brasília: Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE), 2026. Disponível em: <https://abiove.org.br/cadeia-da-soja-capacidade-instalada/>. Acesso em: 25 jun. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Regulação**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/geracao/regulacao>. Acesso em: 13 jan. 2026.

ANP. **Boletim Mensal da Produção de Petróleo e Gás Natural**. Brasília, 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins-anp/boletim-mensal-da-producao-de-petroleo-e-gas-natural>, Acesso em: 13 jan. 2026.

ANP. **Institucional**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/a-anp>. Acesso em: 13 jan. 2026.

AMARAL, D. **Biodiesel e suas contribuições socioeconômicas e ambientais para o Brasil**. Brasília: Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE), 2023. Disponível em: <https://abiove.org.br/biodiesel-e-suas-contribuicoes-socioeconomicas-e-ambientais-para-o-brasil/>. Acesso em: 18 jun. 2026.

BECK, C. G.; PEREIRA, R. de C. de F. **Preocupação Ambiental E Consumo Consciente: Os Meus, Os Seus E Os Nossos Interesses**. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, São Paulo: Universidade Nove de Julho (UNINOVE), v. 1, n. 2, p. 51-78, 2012.

BEZERRA, F. D. Hidrogênio Verde: nasce um gigante no setor de energia. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza: BNB, v. 6, n. 212, 2021.

BRACKMANN, R. **Avaliação Do Potencial Eólico Do Sul Do Brasil**. Relatório Final De Projeto De Iniciação Científica, Santa Maria, 2009: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Ministério da Ciência e Tecnologia.

BRASIL. ANP. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2025**. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/anuario-estatistico-brasileiro-do-petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis-2025#Se%C3%A7%C3%A3o%202>. Acesso em: 30 abril. 2026.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). **Brasil avança na descarbonização da matriz energética**. Brasília, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/brasil-avanca-na-descarbonizacao-da-matriz-energetica>. Acesso em: 13 jan. 2026.

BRASIL. ANP. **Painel Dinâmico de Produtores de Biodiesel**. Brasília, 2026. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiOTlkODYyODctMGJjNS00MGlyLWJmMWItNGJINDg0ZTg5NjBlliwidCI6ljQ0OTlmNGZmLTl0YTtNGl0Mi1iN2VmLTEyNGFmY2FkYzkyMyJ9&pageName=ReportSection8aa0cee5b2b8a941e5e0%22>. Acesso em: 25 abr. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária, **Quatro estados concentram quase 70% da produção de grãos do país**, Brasília, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/2022/tecnologia-no-cultivo-de-soja-estimulou-mecanizacao-de-outras-culturas>. Acesso em: 18/06/2026.

CERQUEIRA, J.; SILVA, F. S. **Impactos Da Crise Do Petróleo Na Economia Brasileira**. Faculdade Multivix de Cachoeiro de Itapemirim, Itapemirim. 2017

EMBRAPA. **Biodiesel**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agroenergia/biodiesel>. Acesso em: 15 maio. 2026.

EMBRAPA. **Grãos**. Brasília, s.d. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agropensa/agro-em-dados/agricultura/graos>. Acesso em: 20 maio. 2026.

EMBRAPA. **Soja em números (safra 2025/26)**. Brasília, s.d. Disponível em: https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/dados-economicos?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 20 maio. 2026.

EPE. **Fontes de energia**. Brasília, [s.d.]. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>. Acesso em: 13 jan. 2026.

EPE. **Matriz energética e elétrica**. Brasília. [s.d.]. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 13 jan. 2026.

EPE. **O que são combustíveis?**. Brasília: EPE, 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/o-que-sao-combustiveis>. Acesso em: 13 jan. 2026.

EPE. **Balanço Energético Nacional 2025: Relatório Síntese - Ano base 2024**. Rio de Janeiro: EPE, 2025.

EPE (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA). **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis – Ano 2024**. Brasília: EPE, 2025.

FALCÃO, R. de O.; CIRINO, J. F. **Distribuição de energia elétrica no Brasil: uma análise microeconômica dos custos operacionais do setor**. Pesquisa e Planejamento Econômico, Brasília: Editora Multivix, v. 54, n.2, ago. 2024.

FREITAS, G. S.; DATHEIN, R. **As energias renováveis no Brasil: uma avaliação acerca das implicações para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental**. Revista Nexos Econômicos, Salvador, v. 7, n. 1, p. 71, 2013.

GLOBAL CARBON PROJECT. **Global Carbon Atlas**. [S.l.], [s.d.], Disponível em: <https://globalcarbonatlas.org>. Acesso em: 13 jan. 2026.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energias renováveis: um futuro sustentável**. Revista USP, São Paulo, n. 72, p. 6, 2006-2007.

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA (IFSC). **Combustíveis: de que são feitos e por que custam tão caro?**. Florianópolis, 2022. Disponível em: Acesso em: 18 out. 2025.

KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. **Economia Industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2020.

MANKIW, N. G. **Introdução à Economia**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

MARQUES, A. C.; MACEDO, D.; PEREIRA, D. A.; LEAL, P.; NEVES, S. **Economia Industrial - abordagem estratégica com teoria dos jogos**. São Paulo: Almedina Brasil, 2018.

MARX, K. **Manuscritos econômico-filosóficos**. Tradução de Jesus Ranieri. 1. ed. São Paulo: Boitempo, 2004.

MAY, P. H. **Economia do Meio Ambiente**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MOCELLIN, J. **O gás carbônico (CO₂) é um gás que contribui para produzir o efeito estufa?**. Arco. Santa Maria, 2025. Disponível em: <https://www.ufsm.br/midias/arco/o-gas-carbonico-co2-e-um-gas-que-contribui-para-produzir-o-efeito-estufa>. Acesso em: 13 jan. 2026.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **COP27: o que você precisa saber sobre a Conferência do Clima da ONU.** Brasília, 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/205789-cop27-o-que-você-precisa-saber-sobre-conferência-do-clima-da-onu>, Acesso em: 13 jan. 2026.

PETROBRAS. **Quem somos.** Rio de Janeiro, [s.d.]. Disponível em: <https://sustentabilidade.petrobras.com.br/w/quem-somos-1>. Acesso em: 13 jan. 2026.

ROCHA, B. S. O.; CARRILHO, D. L. **Utilização Do Biodiesel Como Forma De Reduzir A Emissão De Co2, E Os Custos Com Óleo Diesel.** In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, XLVI, 2008, Rio Branco. SOBER. Juiz De Fora: Faculdade De Economia Vianna Jr., 2008.

SILVA, S. S. F. da; CÂNDIDO, G. A. **Matriz energética limpa e renovável:** um desafio para o Planejamento Energético Nacional e uma oportunidade para a Região Nordeste Do Brasil. Espacios, Caracas, v. 36, n. 15, p. 13, 2015.

VIEGAS, A. **Biodiesel exigirá de MS expansão de soja em área do tamanho da capital.** Campo Grande News, Campo Grande, 14 abr. 2026. Disponível em: <https://www.campograndenews.com.br/lado-rural/biodiesel-exigira-de-ms-expansao-de-soja-em-area-do-tamanho-da-capital>. Acesso em: 03 jul. 2026.